

**AUTOREFERAT**  
**przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych**  
**dr inż. Jerzego Deca**

Katedra Geofizyki

Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Kraków 2012

## 1. Życiorys naukowy

### Dane osobowe

Jerzy Dec

Data urodzenia:

Adres domowy:

### Wykształcenie

#### Tytuł magistra

marzec 1981, mgr inż. Geolog Górniczy - specjalność geofizyka

Wydział Geologiczno-Poszukiwawczy, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Praca Dyplomowa pt. „Teoretyczny (syntetyczny) obraz falowy dla cienkowarstwowego ośrodka karbońskiego LZW” - promotor: prof. dr hab. inż. Kaja Pietsch

#### Stopień naukowy doktora

czerwiec 1990, doktor Nauk Przyrodniczych w zakresie geofizyki

Wydział Geologiczno-Poszukiwawczy, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Rozprawa Doktorska pt. „Analiza efektywności wybranych procedur przetwarzania materiałów sejsmicznych pod kątem odwzorowania parametrów modelu sejsmogeologicznego” - promotor: prof. dr hab. inż. Zbigniew Kasina

#### Zatrudnienie

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki

#### Przebieg pracy zawodowej

od 1 kwietnia 1981 - Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki

#### Znajomość języków obcych:

**angielski** - dobra

**niemiecki** – dobra

## 2. Dorobek i osiągnięcia naukowe

Urodziłem się w Wadowicach, gdzie uzyskałem wykształcenie podstawowe i średnie. Ukończyłem Liceum Ogólnokształcące im. Emila Zegadłowicza, klasę matematyczno-fizyczną, zdając maturę z wynikiem bardzo dobrym.

Po maturze, w roku 1976 rozpocząłem studia w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, na Wydziale Geologiczno-Poszukiwawczym, kierunku geofizyka. W marcu 1981 roku ukończyłem studia i, przedstawivszy pracę magisterską pt. „Teoretyczny (syntetyczny) obraz falowy dla cienkowieistwowego ośrodka karbońskiego LZW”, uzyskałem dyplom mgr inż. Geologa Górniczego (specjalność geofizyka) z wyróżnieniem.

Od 1 kwietnia 1981 roku rozpocząłem pracę w Katedrze Geofizyki Wydziału Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH (wówczas Międzyresortowy Instytut Geofizyki, Wydział Geologiczno-Poszukiwawczy) na stanowisku asystenta stażysty. Po roku zostałem asystentem, a w 1986 r. starszym asystentem.

Do roku 1990 ściśle współpracowałem z prof. dr hab. inż. Kają Pietsch i prof. dr hab. inż. Ryszardem Ślusarczykiem, zajmując się modelowaniem teoretycznym zapisu sejsmicznego dla ośrodków cienkowieisttowych. Wyniki uzyskane w pracy magisterskiej oraz z prowadzonego modelowania stały się źródłem pierwszej publikacji (Dec et al. 1984) pt. „Zależność teoretycznego obrazu falowego od niektórych parametrów pokładu węgla”. W zespole, wspólnie pracowaliśmy również nad zagadnieniami związanymi z rozpoznaniem cienkowieistwowego ośrodka karbońskiego i zastosowaniem w tym celu metod wysokorozdzielczej sejsmiki węglowej (Pietsch et al. 1987, Dec et al. 1988).

Lata osiemdziesiąte były okresem, w którym obliczenia były niezmiernie czasochłonne. Nie dysponowaliśmy komputerami osobistymi oraz systemami przetwarzania i interpretacji danych sejsmicznych. Posiadając znajomość języka programowania Fortran, a później C++, zacząłem tworzyć oprogramowanie do obliczeń sejsmogramów syntetycznych, sekcji syntetycznych oraz ploterowej wizualizacji wyników. Korzystając z usług Środowiskowego Centrum Obliczeniowego Cyfronet w Krakowie, na komputerze Cyser 80, wykonywałem kompilację programów, a następnie obliczenia. Stworzone przez mgr inż. Andrzeja Bugajskiego i zmodyfikowane przeze mnie programy, po dziś dzień służą do obliczania sekcji syntetycznych z uwzględnieniem tłumienia ośrodka.

W drugiej połowie lat 80-tych współpracowałem też z prof. dr hab. inż. Zbigniewem Kasiną, który później został promotorem mojej pracy doktorskiej. W tym czasie rozpocząłem pisanie i testowanie programów obliczeniowych do przetwarzania danych sejsmicznych. Testy wykonywane były dla zapisów obliczonych dla modeli teoretycznych oraz na danych polowych (kolekcje wspólnego punktu strzałowego i czasowe sekcje sejsmiczne). Programy te objęły szeroki pakiet procedur przetwarzania: estymację widma sygnału (Dec, Kowalczyk 1988), odtwarzania atrybutów zapisu sejsmicznego (trasy zespolonej), algorytmy dekonwolucji predykcyjnej, spike, minimum entropii oraz dekonwolucji stratygraficznej (Dec, Kasina 1989). Pod koniec lat 80-tych, w chwili pojawienia się pierwszych komputerów osobistych, napisałem też algorytmy do analiz prędkości, składania kolekcji CMP, filtracji częstotliwościowej, mitingu, optymalnej filtracji Wienera, filtracji formującej oraz aplikacji poprawek refrakcyjnych.

Zwieńczeniem pracy tak w zakresie programowania jak i modelowania zapisu sejsmicznego była praca doktorska pt. „Analiza efektywności wybranych procedur

przetwarzania materiałów sejsmicznych pod kątem odwzorowania parametrów modelu sejsmogeologicznego”, którą obroniłem w czerwcu 1990 roku.

Po doktoracie, od roku 1991 moja działalność naukowa była wielokierunkowa i wiązała się głównie z użytkowym zastosowaniem metod sejsmicznych. Obszar moich zainteresowań można podzielić na cztery grupy tematyczne, które spina tematyka piąta, a mianowicie, wykorzystywana we wszystkich zagadnieniach, geologiczna interpretacja badań sejsmicznych.

Pierwsza z nich to zastosowanie metod sejsmicznych w zagadnieniach hydrotechnicznych i geotechnicznych.

Drugim bardzo ważnym kierunkiem mojej pracy było wykorzystanie badań sejsmicznych w geomorfologii. W latach 1995-2008, wraz z profesorem Ryszardem Ślusarczykiem, prowadziłem prace badawcze we współpracy z profesorem Adamem Kotarbą i doc. Marią Baumgart-Kotarbą z Instytutu Geografii i Zagospodarowania Przestrzennego PAN w Krakowie.

Kolejną grupę tematyczną stanowią zagadnienia związane ze szkodami górniczymi i ochroną powierzchni na terenach górniczych oraz obszarach dokonanej już, starej eksploatacji.

Najważniejszym zagadnieniem, którym zajmuję się nieustannie, od roku 1991, jest wykorzystanie badań sejsmicznych w monitorowaniu procesu otworowej eksploatacji złóż siarki. Prowadzone od wielu lat badania na złożu siarki w Osieku pozwoliły na opracowanie metodyki badań i interpretacji ilościowej pomiarów sejsmicznych dla określania parametrów złoża oraz obserwacji zmian zachodzących w wyniku eksploatacji. Dorobek wieloletniej działalności w tym obszarze badań dostarczył bogatego materiału poznawczego, który przedstawiłem w monografii pt. „Wysokorozdzielcze badania sejsmiczne w celu rozpoznania złoża siarki Osiek oraz określania zmian dynamicznych zachodzących w wyniku eksploatacji”, która ukazała się w serii Rozprawy Monografie nr 257, wydanej przez Wydawnictwa AGH w Krakowie. Monografia ta stanowi podstawę mego wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.

#### *Zastosowanie metod sejsmicznych w zagadnieniach hydrotechnicznych i geotechnicznych*

Tematyka ta obejmuje głównie zagadnienia związane z zastosowaniem metod sejsmicznych w badaniu osuwisk i kontrolą techniczną zapór ziemnych i betonowych. We współpracy z prof. R. Ślusarczykiem, dr inż. Z. Bestyńskim i mgr inż. Andrzejem Bugajskim, w ramach Programu Rządowego PR7 „Wypracowanie metod badań geofizycznych dla oceny stanu technicznego obiektów hydrotechnicznych oraz stateczności stref brzegowych sztucznych zbiorników wodnych”, prowadzonego przez IMGW w Warszawie, na początku lat 90-tych wykonaliśmy szereg prac związanych z określeniem stanu podłoża dla posadowienia zapór oraz określenia stateczności zboczy w strefach brzegowych przyszłych zbiorników retencyjnych (Czorsztyn, Świnna Poręba, Klimkówka i inne). Wyniki tych badań były też podstawą licznych opracowań wykonanych dla biur projektów budownictwa wodnego. Dużą część prac związanych z obiektami wodnymi stanowią badania związane z bezpieczeństwem eksploatacji tych obiektów. Badania, wykonywane przez nasz zespół, prowadzone były m.in. na zaporach Chańcza, Brody Iłżeckie Porąbka, Rożnów, Myczkowce i Solina. Główną problematyką tych badań było w przypadku zapór ziemnych określenie stopnia zagęszczenia korpusu, a w przypadku zapór betonowych określenie stref perforacji, będących potencjalnymi miejscami przeciekania zapory. Rezultatem badań było określenie związku

między stopniem zagęszczenia a prędkościami sejsmicznymi (Bugajski et al. 1994). Dla bezpieczeństwa zapór istotnym zagadnieniem jest szczelność korpusu i podłoża, gdyż niewielkie rozluźnienia korpusu lub spękania podłoża mogą wywoływać proces sufozji. W wyniku prowadzonych badań udało się wypracować metodykę przestrzennego odwzorowania parametrów ośrodka skalnego będącego bezpośrednim podłożem zapory (Bestyński et al. 1993) i określania stref będących potencjalnym zagrożeniem dla stabilności obiektu.

W zakresie badania osuwisk współpracowałem z Oddziałem Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego w Krakowie. W ramach programu „System Osłony Przeciwośuwiskowej (SOPO)”, koordynowanego przez PIG, wykonywałem badania sejsmiczne dla określenia struktury osuwiska. Prace te prowadziłem m. in. na osuwiskach w Lachowicach, Hańczowej i Muszynie-Leluchowie (Dec et al. 2004). Pomiarów wykonywano metodą wielowariantowych sondowań refrakcyjnych oraz tomografii. Wypracowana przeze mnie metodyka badań sejsmicznych umożliwia akwizycję danych, których interpretacja pozwala na jednoznaczne odwzorowanie struktury osuwiska oraz wnioskowanie o jego genezie i aktualnej stabilności. Uzyskiwane dane mogą dostarczać informacji o warstwowej strukturze osuwisk, ich zawodnieniu oraz o klasie geotechnicznej podłoża.

#### Wykorzystanie badań sejsmicznych w geomorfologii

Prowadzone we współpracy z Instytutem Geografii i Zagospodarowania Przestrzennego PAN w Krakowie prace badawcze związane były rozpoznaniem pokrywy czwartorzędowej, morfologii jego podłoża oraz mikrotektoniki w rejonie Tatr i Podhala.

Podobnych zagadnień dotyczył, prowadzony przeze mnie w Katedrze Geofizyki, w ramach badań własnych, projekt badawczy pt. „Zastosowanie badań geofizycznych do rozpoznania podczwartorzędowego podłoża i jego neotektoniki w rejonie Tatr i Podhala” nr 10.10.140.322 (*Geophysical prospecting of the Tatra and Podhale region for the underquaternary layers recognition*).

Prace tatrzańskie, prowadzone w Dolinie Białej Wody, Dolinie Rybiego Potoku, Dolinie Małej Łąki, Dolinie Kościeliskiej miały na celu określenie rzeźby polodowcowej podłoża, miąższości czwartorzędu oraz jego zróżnicowania. Szczegółowe badania sejsmiczne pozwoliły też na wyznaczenie granic wychodni utworów podczwartorzędowych oraz kontaktów tektonicznych.

Zastosowane przeze mnie wysokorozdzielcze badania refleksyjne w rejonie Palenicy Białczańskiej pozwoliły na określenie głębokości żłobu polodowcowego, zobrazowanie sekwencji osadów oraz ruchów lodowca poprzez analizę sekwencji moren dennych (Baumgart-Kotarba et al. 2008).

Badania w Dolinie Małej Łąki oraz w Morskim Oku związane były z określeniem rzeźby dna mis polodowcowych. W Dolinie Małej Łąki w oparciu o wyniki badań ustalono też sekwencję i miąższość wypełniających osadów. W Morskim Oku, prowadzone z powierzchni lodu wysokorozdzielcze badania sejsmiczne refleksyjne wykonane metodą profilowań wielokrotnych oraz badania refleksyjne przy użyciu sondy hydrofonowej i sparkera, pozwoliły na ocenę miąższości i zmienności osadów dennych, wskazując na kierunki transportu deponowanego materiału wietrzeniowego (Baumgart-Kotarba et al. 1996).

Badania sejsmiczne wykonane na Podhalu, w rejonie Wróblówki i Czarnego Dunajca, w ramach projektu badawczego 6P04E02008 pt. „Młoda tektonika w kształtowaniu rzeźby i osadów Kotliny Orawskiej”, prowadzonego przez doc. dr hab. Marię Baumgart-Kotarba,

pozwoły na zobrazowanie budowy zapadliska Wróblówki, jego pozycji względem Pienińskiego Pasa Skałkowego i utworów Domańskiego Wierchu. Wyniki szczegółowego zdjęcia sejsmicznego rzucają nowe światło na genezę i tektonikę tej struktury. Wyniki tych prac są szczegółowo omówione w publikacji pt. "Quaternary tectonic grabens of Wróblówka and Piniązkowice and their relation to neogene strata of the Orava Basin and pliocene sediments of Domański Wierch series in Podhale, Polish West Carpatians" (Baumgart-Kotarba et al. 2001).

W ramach badań własnych prowadziłem też badania dla potwierdzenia przypuszczalnego występowania wiecznej zmarzliny w Tatrach. Badania te prowadzone były w rejonie Doliny Pięciu Stawów Polskich. Pozytywną weryfikację dały wyniki wykonane na Hrubym Piargu, gdzie na północnych zboczach Miedzianego, powyżej wysokości 1800 m n.p.m., wskazania oparte na wartości prędkości fali P świadczą o występowaniu rumoszu tkwiącego w lodowo-śnieżnej zmarzlinie (Dec, Dobiński 1997).

### Zagadnienia związane ze szkodami górniczymi i ochroną powierzchni na terenach górniczych

Prowadzone przeze mnie przez wiele lat w tym zakresie badania wykonywane były w aspekcie określenia stref zagrożenia powierzchni terenu deformacjami nieciągłymi. W rejonach dawnej, płytkiej eksploatacji stare wyrobiska ulegając zniszczeniu, wywołują efekt powstawania spękań nadległego ośrodka skalnego. System spękań rozwija się w czasie sięgając powierzchni podczwartorzędowej. Jest to tzw. efekt migracji pustek. Dlatego badanie tej powierzchni (często są to wychodnie skał karbońskich) pozwala na jednoznaczne określenie stopnia jej dezintegracji. Miejsca silnych spękań stanowią bezpośrednio zagrożenie dla powierzchni terenu, gdyż stwarzają warunki dla rozwoju procesu sufozji, ale też mogą być strefami blokowych przemieszczeń skał.

Wykonywane przeze mnie badania sejsmiczne pozwalają na określenie ciągłości tej powierzchni, jej zaburzeń oraz stopnia spękania. Obserwowane wartości prędkości fali P pozostają w ścisłym związku z klasą geotechniczną skał. W wyniku wieloletnich doświadczeń stworzyłem sejsmiczną skalę oceny stanu górotworu i zagrożenia powierzchni terenu. Wyniki tych badań opublikowałem w pracy pt. „Sejsmiczna ocena spękania górotworu karbońskiego w rejonach płytkiej działalności górniczej” (Dec 2009). Przedstawiłem w niej związek pomiędzy wartością prędkości a gęstością spękań oraz geotechnicznym wskaźnikiem spękań *RQD* (*Rock Quality Designation*). Wnioskiem wynikającym z przeprowadzonych badań jest możliwość oceny stanu masywu skalnego na podstawie badań sejsmicznych, w wyniku których można określić sejsmiczny wskaźnik *QI* (*Quality Index*), bazujący na wartości mierzonej prędkości fali P i odpowiadający wskaźnikowi *RQD*.

Badania prowadzone w wariacie refleksyjnym względnie refrakcyjnym dostarczają informacji o stanie podłoża tylko wzdłuż linii badań. Dla powierzchniowego określania właściwości badanej powierzchni i konturowania zasięgu strefy spękanej opracowałem zmodyfikowaną metodę tomografii, wykorzystującą fale refrakcyjne. Założenia metodyczne tak realizowanych badań opisałem w pracy pt. "Seismic survey to evaluate the danger of ground surface damage in built-up terrain in mining areas" (Dec 2004). Metoda ta pozwala na przestrzenne wyznaczanie stref zagrożenia oraz także na wykonywanie badań powierzchni podłoża na obszarze niedostępnym, jak np. badanie podłoża budynku wielkogabarytowego (Dec, Ślusarczyk 2002). W przypadku terenu zabudowanego metoda ta pozwala na precyzyjną lokalizację spękań, a tym samym na właściwą lokalizację prac związanych z uszczelnianiem (podsadzaniem) stref rozluźnionych.

## Badania sejsmiczne w monitorowaniu procesu otworowej eksploatacji złóż siarki

Badania związane z problematyką otworowego górnictwa siarki prowadzę od ponad dwudziestu lat. Dotyczą one zagadnień związanych z rozpoznaniem złoża oraz monitoringiem procesu eksploatacji, prowadzonej metodą podziemnego wytapiania (tzw. metoda Frascha). Początkowo prace badawcze prowadziłem w kopalniach siarki w Grzybowie, Jeziórku i Osieku. Po likwidacji dwóch pierwszych, prace te kontynuuję po dzień dzisiejszy w kopalni siarki w Osieku.

Najważniejszymi osiągnięciami wynikającymi z prowadzonych badań jest opracowanie metodyki pomiarów oraz interpretacji danych sejsmicznych w aspekcie złożowym i eksploatacyjnym. Wyniki badań, głównie związanych ze złożem „Osiek”, zostały opublikowane w kilku pracach, z których najważniejszymi są dwie publikacje dotyczące interpretacji danych sejsmicznych oraz kontroli przepływu wody technologicznej w czasie eksploatacji. W pierwszej z nich pt. „Sejsmiczny monitoring otworowej eksploatacji złoża siarki” (Dec 2008) przedstawiłem relacje pomiędzy zawartością siarki a porowatością i związek tych parametrów z rejestrowanymi amplitudami sygnału sejsmicznego odbitego od stropu złoża. Druga z publikacji pt. „High resolution seismic investigations for the determination of water flow directions during sulphur deposits exploitation” (Dec 2010) dotyczy zagadnień określania zasięgu eksploatacji, powstających deformacji nadkładu i związanego z tym ryzyka uszkodzenia instalacji wydobywczej. Z uszkodzeniem instalacji związane jest zagrożenie niekontrolowanym przepływem wody technologicznej i erupcjami.

Opracowana przeze mnie metodyka interpretacji wyników badań sejsmicznych 2D i 3D pozwala na określenie parametrów złoża (szacunkowa zawartość siarki, wielkość porowatości), jego głębokości i miąższości, a tym samym umożliwia szacowanie zasobności złoża.

Wyniki powierzchniowych badań sejsmicznych pokazują jednoznacznie zasięg oddziaływania eksploatacji, co pozwala na efektywne sterowanie eksploatacją i podejmowanie decyzji technologicznych.

Szczegółowe omówienie metodyki badań sejsmicznych, przetwarzania danych i interpretacji zawarłem w prezentowanej monografii mego autorstwa (Dec 2012), która stanowi osiągnięcie naukowe będące podstawą habilitacji.

Opracowane założenia metodyczne i zasady interpretacji badań sejsmicznych zostały wdrożone w KIZChS „Siarkopol S.A. w Grzybowie, a badania są rutynowo wykorzystywane w kopalni siarki „Osiek” w sterowaniu eksploatacją i w zakresie profilaktyki antyerupcyjnej.

## Geologiczna interpretacja badań sejsmicznych

Zagadnienie geologicznej interpretacji danych sejsmicznych związane jest ze wszystkimi działaniami prowadzonej przeze mnie pracy naukowej. Umiejętność poprawnej analizy zapisu sejsmicznego jest niezbędnym elementem interpretacji strukturalnej, złożowej oraz górniczej. W zagadnieniach inżynierskich, właściwa interpretacja mierzonych wielkości (np. prędkości fal sprężystych) jest podstawą wnioskowania o parametrach fizykomechanicznych badanej skały.

Tematyka ta od początku mojej pracy towarzyszy mi w interpretacji sejsmicznej dla potrzeb rozpoznania złóż węgla kamiennego, złóż siarki, złóż węgla brunatnego (Dec, Ślusarczyk 2001) a także w interpretacji złóż węglowodorów.

W zakresie oceny zagrożeń powierzchni terenu zdobyte doświadczenie interpretacyjne ułatwia poprawną identyfikację nieciągłości górotworu, miejsc występowania spękań

będących efektem tzw. zjawiska migracji pustek, czyli miejsc, w których rozwinąć się mogą deformacje nieciągłe powierzchni terenu. Wyniki prowadzonej przeze mnie w tym aspekcie interpretacji zawarłem w pracach "Evaluation of the danger of ground surface damage in mining areas based on migrating cavities effect in seismic and gravity surveys" (Dec, Ślusarczyk 2005) oraz "Refraction seismic survey to evaluate the danger of ground surface damage in mining areas" (Dec 2004).

Współpracując z prof. Kają Pietsch uczestniczyłem w kilku projektach badawczych związanych z interpretacją zapisu sejsmicznego pod kątem rozpoznania złóż węglowodorów. Między innymi jako wykonawca uczestniczyłem w projekcie badawczym 5 T12B 037 23 pt. „Odwzorowanie zmienności parametrów petrofizycznych w geofizycznym obrazie stref akumulacji węglowodorów w południowo-wschodniej części zapadliska przedkarpackiego”, kierowanym przez prof. Pietsch w latach 2003-2005.

Nasza współpraca objęła także zagadnienia złożowe związane z Monokliną Przedsudecką oraz Niżem Polskim. Analiza atrybutów sejsmicznych, sejsmicznych zdjęć 3D pozwoliła na rozpoznanie struktur rafowych jak i koncentracji węglowodorów związanych z dolomitem głównym i wapieniem cechsztyńskim. Najświeższymi a zarazem najważniejszymi pracami związanymi z naszą wspólną pracą są publikacje „Application of seismic methods to identify potential gas concentration zones at the zechstein limestone level in the "Rudna" mining area, SW Poland" (Dec et al. 2011) oraz „Możliwości sejsmicznej identyfikacji stref akumulacji gazu w utworach węglanowych cechsztynu monokliny przedsudeckiej” (Dec, Pietsch 2012).

Poza opisanymi powyżej, głównymi obszarami działalności naukowej, praca ma związana też była problematyką bezpieczeństwa w górnictwie. Głównym obszarem w tej dziedzinie były badania dotyczące określania zagrożenia sejsmicznego w kopalniach na podstawie pomiarów sejsmicznych. Tu współpracowałem z kopalniami węgla kamiennego i miedzi. Drugim zagadnieniem, związanym z nową problematyką zagrożeń gazowych w kopalniach miedzi, było prowadzenie badań sejsmicznych dla rozpoznania właściwości górotworu na poziomie złożowym. W tym zakresie projektowałem i nadzorowałem badania sejsmiczne, a także interpretowałem ich wyniki w aspekcie określenia zaburzeń tektonicznych jako potencjalnych dróg migracji gazu.

### Podsumowanie

Omówione powyżej najistotniejsze osiągnięcia mojej pracy badawczej związane są z niezliczoną ilością badań terenowych. Wszystkie przedstawione zastosowania metod sejsmicznych mają pełne uzasadnienie poparte wieloletnim doświadczeniem i praktycznymi obserwacjami związanymi z badaniami wykonywanymi *in situ*.

W wyniku wieloletniej pracy nad zastosowaniem metod sejsmicznych w różnych zagadnieniach zdobyłem doświadczenie w zakresie metodyki badań, przetwarzania danych oraz geologicznej interpretacji danych sejsmicznych.

Największym doświadczeniem jest wynik wieloletniej działalności na rzecz otworowego górnictwa siarki, zaś największym sukcesem wdrożenie badań sejsmicznych w jedynej, działającej na świecie kopalni siarki w Osieku. Wykonywane przeze mnie badania w istotny sposób wpływają na koszty wydobycia tego surowca, poprzez dokładne rozpoznanie złoża i określanie stref wytapiania.





Dr inż. Jerzy Dec  
Katedra Geofizyki  
Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

***Komentarz autorski do monografii pt. „Wysokorozdzielcze badania sejsmiczne w celu rozpoznania złoża siarki Osiek oraz określania zmian dynamicznych zachodzących w wyniku eksploatacji”, będącej osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę wniosku o postępowanie habilitacyjne***

Przedstawione przez autora w monografii zagadnienia dotyczące zastosowania metody sejsmicznej w górnictwie otworowym siarki pokazują szerokie możliwości wykorzystania sejsmicznych badań refleksyjnych w codziennej działalności kopalni.

Zagadnienia te obejmują dwa obszary. Pierwszym z nich jest rozpoznanie budowy złoża, określenie porowatości na podstawie zapisu sejsmicznego oraz szacowanie zasobności złoża. Drugim obszarem jest zastosowanie badań sejsmicznych w monitorowaniu procesu eksploatacji polegającym na wskazaniu stref wytapiania siarki, kierunków migracji wody w złożu oraz określaniu stref deformacji nadkładu złoża. Zdobyte doświadczenia pozwoliły na jednoznaczną interpretację przekrojów sejsmicznych w zakresie jakościowym i ilościowym.

Wyniki interpretacji autora były i są wykorzystywane w planowaniu udostępniania złoża oraz w bieżącym sterowaniu eksploatacją. Rezultaty interpretacji i wnioski z nich wypływające mają bezpośredni i ścisły związek z kosztami wydobycia siarki metodą otworową. Przedstawione w pracy zagadnienia dotyczące ekonomiki produkcji i handlu siarką jednoznacznie wskazują, że w dobie wolnego rynku i zróżnicowania dostaw tego surowca, jedynym rynkowym kryterium udziału w światowej konkurencji jest cena. Chemiczna czystość surowca jaką posiada siarka rodzima ma znaczenie drugorzędne. Tak więc szczegółowe rozpoznanie złoża pozwala na optymalną lokalizację otworów, a poprzez to uniknięcie wierceń w strefach płonnych lub o niskiej zasobności, co istotnie obniża koszty.

W zakresie sterowania eksploatacją uniknięcie chociaż jednego uszkodzenia otworu w oparciu o predykcję zagrożenia deformacjami jest również znaczącym ekonomicznym sukcesem. Najważniejszym jednak elementem wynikającym z rozpoznania złoża są oszczędności energii. Znajomość stref uprzywilejowanego rozplywu wody technologicznej oraz stref zbitego złoża pozwala na efektywne rozgrzewanie złoża poprzez odpowiednie ukierunkowanie przepływów złożowych systemem właściwie zlokalizowanych otworów odprężających.

Od wielu lat badania sejsmiczne stosowane są też w monitorowaniu filarów ochronnych rzeki Wisły, drogi krajowej Kraków-Sandomierz oraz jeziora Osieczko. Monitoring pozwala na bezpieczne przybliżenie otworów eksploatacyjnych do granic filarów, przy pewności, że proces wytapiania złoża nie objął swym zasięgiem stref niedozwolonych.

Z merytorycznego punktu widzenia najważniejszym elementem wykonywanych badań, predysponującym je do monitorowania procesu eksploatacji i zmian zachodzących pod jej wpływem, jest stuprocentowa powtarzalność obrazu sejsmicznego, oczywiście poza miejscami, w których nastąpiły zmiany właściwości górotworu wynikające z oddziaływania eksploatacji. Powtarzalność tą uzyskuje się niezależnie od warunków pogodowych i terenowych, kierunku badań, czy też czasem koniecznej zmiennej metodyki. Czynniki te mają jedynie wpływ na zmienny poziom zakłóceń obserwowanych na sumach końcowych.

Należy podkreślić, że badania sejsmiczne dostarczają wyników selektywnych i wrażliwych na zmiany w obrębie złoża wywołane eksploatacją. Dlatego wielkość strefy wytapiania, intensywność wytopu, kierunki migracji wody technologicznej w złożu oraz postęp frontu eksploatacji mogą być wyraźnie określone z dokładnością odpowiednią dla potrzeb górniczych.

Sejsmicznymi wskaźnikami eksploatacji i wynikających z tego zmian właściwości złoża są zmiany amplitudy sygnału rejestrowanego od stropu oraz anomalie czasowe (*time sag*) obserwowane na granicy spągu.

W fazie eksploatacji przed niszczeniem powierzchni stropu obserwuje się obniżenie amplitudy (*dim spot*) spowodowane zmniejszeniem kontrastu pomiędzy warstwą złoża a jej nadkładem. W fazie zaawansowanej eksploatacji powodującej łamanie szkieletu skały i osiadanie stropu jest to rozproszenie sygnału (utrata korelacji fazowej wzdłuż granicy).

Anomalie czasowe *time sag*, przy dokładnym ich oznaczeniu pozwalają na ilościową ocenę zmian zachodzących w czasie wtapiania. Przy określonej miąższości złoża anomalia czasowa odpowiada zmniejszeniu wartości prędkości, ściśle związanemu ze wzrostem porowatości i wypełnieniem posiarzkowych przestrzeni przez wody złożowe.

Sejsmiczne przekroje pokazują też zmiany zapisu związane z procesami zachodzącymi w nadkładzie złoża w wyniku osiadania. Wskazanie miejsc rozwijającej się w nadkładzie strefy deformacji, w czasie zanim efekty osiadania sięgną powierzchni terenu, pozwala na minimalizację ryzyka uszkodzenia otworu i powstania zagrożeń erupcyjnych.

W razie wystąpienia niekorzystnego dla produkcji, ale i też dla środowiska zdarzenia erupcyjnego badania sejsmiczne pozwalają na określenie stref zasilania, dróg i głębokości migracji wody, a poprzez to na szybką likwidację awarii górniczej.

Poza konkretnym, użytkowym zastosowaniem badań opisanym w pracy, z wypracowanych przez wiele lat zasad metodyki, przetwarzania i interpretacji danych sejsmicznych wynikają praktyczne, bardzo ogólne wskazówki dotyczące badań sejsmicznych w rozpoznaniu struktur przypowierzchniowych, a szczególnie w rozpoznaniu i monitorowaniu przypowierzchniowych deformacji skał na terenach górniczych.

Najważniejszym efektem prowadzonych przez autora badań jest ich przemysłowe wdrożenie. Nie może być bowiem większego marzenia badacza niż praktyczne zastosowanie wyników jego badań.

